

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)**

**(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international**



(43) Date de la publication internationale  
27 décembre 2001 (27.12.2001)

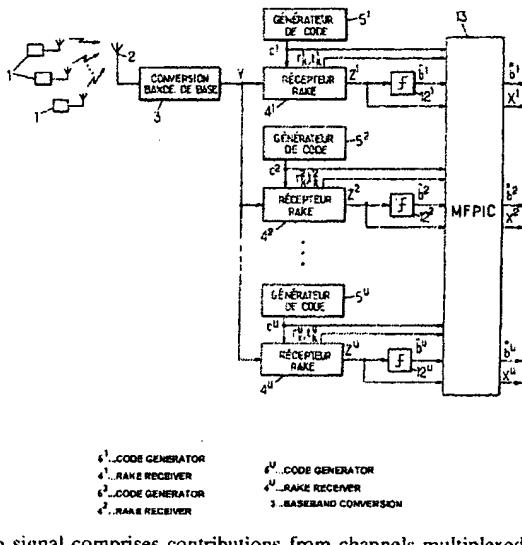
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/99301 A1**

(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> : H04B 1/707	Center, 380 St. Antoine Street West, 8th floor, Montreal, Québec H2Y 3Y4 (CA).
(21) Numéro de la demande internationale :	PCT/FR01/01934
(22) Date de dépôt international :	20 juin 2001 (20.06.2001)
(25) Langue de dépôt :	français
(26) Langue de publication :	français
(30) Données relatives à la priorité :	00/08008 22 juin 2000 (22.06.2000) FR
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : NORTEL NETWORKS LIMITED [CA/CA]; World Trade	(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : EL NAHAS EL HOMSI, Hassan [FR/FR]; 83, avenue Desnouettesci, F-75015 Paris (FR). JARD, Alexandre [FR/FR]; 11, rue Jean Daudin, F-75015 Paris (FR). ABDI, Moussa [FR/FR]; 87, avenue Michel Bizot, F-75012 Paris (FR). (74) Mandataires : LOISEL, Bertrand etc.; Cabinet Plasser-aud, 84, rue d'Amsterdam, F-75440 Paris Cedex 09 (FR). (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR RADIO SIGNAL RECEPTION

**(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF D'ANNULATION DE L'INTERFERENCE DANS UN RECEPTEUR**



**(57) Abstract:** The received radio signal comprises contributions from channels multiplexed by spread codes. A receiver with adapted filter ( $4_1, 4_2, \dots, 4_U$ ) is assigned to each multiplexed channel to estimate the channel pulse response and determine first flexible estimations of a block of bits transmitted on the channel. In output of the receivers with adapted filters, the first flexible estimations are re-processed so as to take into account the inter-symbol interference and the interference caused by the other channels. The contributions of said interfering channels are evaluated on the basis of decisions taken on the values of the symbols and autocorrelation and intercorrelation values of convoluted spread codes with the estimated pulse responses of the channels.

**(57) Abrégé :** Le signal radio reçu comporte des contributions de canaux multiplexés par des codes d'étalement. Un récepteur à filtre adapté ( $4^1, 4^2, \dots, 4^U$ ) est affecté à chaque canal multiplexé pour estimer une réponse impulsionnelle du canal et déterminer des premières estimations souples d'un bloc de bits transmis sur le canal.

WO 01/99301 A1

*[Suite sur la page suivante]*



LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) **États désignés (régional) :** brevet ARIPO (GH, GM, KE,  
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen  
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,  
MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

---

En sortie des récepteurs à filtres adaptés, les premières estimations souples sont retraitées afin de tenir compte de l'interférence inter-symboles ainsi que de l'interférence provoquée par les autres canaux. Les contributions de ces interféreurs sont évaluées sur la base de décisions prises sur les valeurs des symboles et de valeurs d'auto- et d'inter-corrélation des codes d'étalement convolus avec les réponses impulsionales estimées des canaux.

**PROCEDE ET DISPOSITIF D'ANNULATION DE L'INTERFERENCE DANS UN RECEPTEUR**

La présente invention concerne les techniques de radiocommunication numérique utilisant un accès multiple à répartition par codes (CDMA, « Code-Division Multiple Access »).

5 Elle vise plus particulièrement les méthodes de détection multi-utilisateurs parfois employées dans ces techniques pour améliorer les performances de réception.

Un signal CDMA traité par un récepteur a pour expression, après filtrage et transposition en bande de base :

$$10 \quad y(t) = \sum_{u=1}^U y^u(t) + n(t) \quad (1)$$

où  $n(t)$  est un bruit additif et  $U$  est le nombre de canaux multiplexés sur la porteuse CDMA, dont les contributions  $y^u(t)$  ont pour expression générale :

$$y^u(t) = \sum_i b_i^u \cdot s_i^u(t-iT) \quad (2)$$

où :

15 •  $b_i^u$  est le symbole d'information de rang  $i$  transmis sur le  $u$ -ième canal ;

•  $s_i^u(t)$  est un code généralisé donné par la convolution de la réponse impulsionnelle du  $u$ -ième canal avec la portion correspondant au symbole  $b_i^u$  du code d'étalement  $c^u$  affecté au canal.

20 Le nombre  $U$  correspond aux nombres d'utilisateurs si chaque utilisateur considéré dispose d'un seul canal. Il peut toutefois y avoir plusieurs canaux par utilisateur (par exemple trafic et contrôle).

25 Les codes d'étalement  $c^u$  sont des séquences d'échantillons discrets appelés « chips », à valeurs réelles ( $\pm 1$ ) ou complexes ( $\pm 1 \pm j$ ), ayant une cadence de chips donnée. Les symboles  $b_i^u$  sont également à valeurs réelles ( $\pm 1$ ) ou complexes ( $\pm 1 \pm j$ ). La durée d'un symbole sur un canal est un multiple de la durée du chip, le rapport entre les deux étant le facteur d'étalement  $Q$  du canal.

30 Dans certains systèmes, le facteur d'étalement peut varier d'un canal à un autre. Dans un tel cas, on considère un facteur d'étalement commun  $Q$  égal au plus grand commun diviseur (PGCD) des  $U$  facteurs d'étalement  $Q^u$ . Un symbole sur le canal  $u$  est alors considéré comme la concaténation de  $Q^u/Q$

- 2 -

symboles consécutifs  $b_i^u$  dont les valeurs sont identiques.

La durée de la réponse généralisée  $s_i^u(t)$  correspond à  $Q+W-1$  chips si  $W$  désigne la longueur de la réponse impulsionnelle exprimée en nombre de chips.

5 En échantillonnant à la cadence des chips le signal CDMA  $y(t)$  reçu pour un bloc de  $n$  symboles sur chacun des canaux, le récepteur obtient des échantillons complexes qu'on peut modéliser par un vecteur  $Y$  de  $n \times Q+W-1$  composantes :

$$Y = A.b + N \quad (3)$$

10 où :

- $b$  désigne un vecteur-colonne de taille  $n \times U$ , qu'on peut décomposer en  $b^T = (b_1^T, b_2^T, \dots, b_n^T)^T$ ,  $(.)^T$  représentant l'opération de transposition, les vecteurs  $b_i$  étant de taille  $U$  pour  $1 \leq i \leq n$ , avec  $b_i^T = (b_i^1, b_i^2, \dots, b_i^U)$  ;
- $N$  est un vecteur de bruit aléatoire de taille  $n \times Q+W-1$  ;
- $A = (A_1, A_2, \dots, A_n)$  est une matrice de codes généralisés de taille  $(n \times Q+W-1) \times (n \times U)$  qu'on peut subdiviser en  $n$  sous-matrices  $A_i$  de taille  $(n \times Q+W-1) \times U$ . Dans la matrice  $A_i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) la  $u$ -ième colonne ( $1 \leq u \leq U$ ) est une convolution de la réponse impulsionnelle du  $u$ -ième canal et des  $Q$  échantillons du code d'étalement du  $u$ -ième canal correspondant au  $i$ -ième symbole du bloc.

20 En d'autres termes, les matrices  $A_i$  s'écrivent :

$$A_i = (\Omega_i^1, \Omega_i^2, \dots, \Omega_i^U) \quad (4)$$

avec :

$$\Omega_i^u = M_i^u H_i^u \quad (5)$$

où  $M_i^u$  est une matrice de Toeplitz de taille  $(n \times Q+W-1) \times (n \times Q+W-Q)$  obtenue à partir des valeurs  $c_i^u(q)$  des chips du code d'étalement  $c^u$  du  $u$ -ième canal pendant la durée du  $i$ -ième bit du bloc :

- 3 -

$$M_i^U = \begin{pmatrix} c_i^U(1) & 0 & \cdots & 0 \\ c_i^U(2) & c_i^U(1) & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ c_i^U(Q) & \ddots & c_i^U(1) & \vdots \\ 0 & c_i^U(Q) & c_i^U(2) & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & c_i^U(Q) \end{pmatrix} \quad (6)$$

et  $H_i^U$  est un vecteur-colonne de taille  $(n-1) \times Q+W$  qui, lorsque les  $U$  canaux sont reçus de façon synchronisée, contient  $(i-1) \times Q$  composantes à zéro, suivies par les  $W$  échantillons de la réponse impulsionnelle du  $u$ -ième canal 5 relative au  $i$ -ième symbole  $b_i^U$ , suivies par  $(n-i) \times Q$  autres composantes à zéro. Les décalages temporels de réception selon les différents canaux, en nombres de chips, se traduisent par des décalages correspondants des  $W$  échantillons de la réponse impulsionnelle des canaux le long du vecteur  $H_i^U$ .

Le récepteur le plus couramment utilisé utilise un ou plusieurs filtres 10 adaptés pour estimer la valeur des symboles transmis sur chaque canal. Ce récepteur estime la réponse impulsionnelle du canal selon un trajet de propagation ou plusieurs trajets de propagation (« rake receiver »).

L'opération effectuée par de tels récepteurs revient à effectuer le produit matriciel :

$$15 \quad Z = \hat{A}^* \cdot Y \quad (7)$$

où  $\hat{A}^*$  est la transposée conjuguée d'une estimation  $\hat{A} = (\hat{A}_1, \hat{A}_2, \dots, \hat{A}_n)$  de la matrice  $A = (A_1, A_2, \dots, A_n)$ , les matrices  $\hat{A}_i$  découlant des réponses impulsionnelles estimées en appliquant les relations (4) et (5).

Les  $n \times U$  composantes  $Z_i^U$  du vecteur  $Z$  sont des estimations souples 20 respectives des  $n \times U$  symboles  $b_i^U$  du vecteur  $b$ . Si les décodages effectués en aval admettent des estimations souples en entrée, on peut utiliser directement les composantes du vecteur  $Z$ . Sinon, le signe de ces composantes est pris pour former les estimations dures des symboles.

Le récepteur à filtre adapté est optimal lorsque les codes généralisés 25 (vecteurs  $\Omega_i^U$ ) sont orthogonaux deux à deux, c'est-à-dire lorsque la matrice  $A^* \cdot A$  est diagonale. En général, les systèmes adoptent des codes d'étalement

orthogonaux deux à deux et ayant de bonnes propriétés d'autocorrélation, ce qui permet de vérifier cette condition en première approximation.

Toutefois, lorsqu'on prend en compte la réponse impulsionale du canal, la condition d'orthogonalité n'est plus remplie. L'approximation ci-dessus 5 devient mauvaise particulièrement en présence de trajets multiples de propagation.

Un but de la présente invention est de compenser le caractère non optimal du récepteur à filtre adapté dans ces situations.

L'invention propose ainsi un procédé de réception d'un signal radio 10 comportant des contributions de plusieurs canaux multiplexés par des codes d'étalement respectifs, dans lequel on alloue un récepteur à filtre adapté à chaque canal multiplexé pour estimer une réponse impulsionale du canal et fournir des premières estimations souples de symboles transmis sur le canal. Selon l'invention, on traite les premières estimations souples fournies par les 15 récepteurs à filtres adaptés pour obtenir une estimation souple corrigée d'au moins un symbole transmis sur un canal en soustrayant de la première estimation souple dudit symbole au moins un terme égal au produit entre une valeur de décision affectée à un autre symbole transmis sur un autre canal, déterminée à partir d'une estimation souple précédemment obtenue pour ledit 20 autre symbole transmis, et une corrélation entre deux codes généralisés respectivement associés audit symbole et audit autre symbole, le code généralisé associé à un symbole transmis sur un canal étant une convolution entre la réponse impulsionale estimée dudit canal et Q échantillons du code d'étalement du canal qui correspondent audit symbole.

25 Le procédé corrige les estimations souples fournies par le récepteur à filtre adapté en tenant compte de la forme particulière de l'interférence provoquée dans un canal par la présence des autres canaux d'accès multiple. Cette interférence est appelée ici MAI (« Multiple Access Interference »). Cette prise en compte améliore les performances du récepteur en termes de rapport 30 signal-sur-bruit.

Les symboles sont typiquement transmis sur U canaux multiplexés sous forme de blocs respectifs de n symboles, n et U étant des nombres plus grands que 1. En sortie des récepteurs à filtres adaptés, la première estimation souple du i-ième symbole d'un bloc transmis sur le u-ième canal ( $1 \leq i \leq n$ , 35  $1 \leq u \leq U$ ) est donnée par la  $((i-1) \times U + u)$ -ième composante d'un vecteur

- 5 -

Z =  $\hat{A}^*Y$ , où Y est un vecteur de taille  $nxQ+W-1$  composé d'échantillons complexes d'un signal en bande de base obtenu à partir du signal radio reçu, Q est le nombre d'échantillons par symbole dans les codes d'étalement, W est le nombre d'échantillons dans les estimations des réponses impulsionales, et

5  $\hat{A}^*$  est la transposée conjuguée d'une matrice  $\hat{A} = (\hat{A}_1, \hat{A}_2, \dots, \hat{A}_n)$  subdivisée en n sous-matrices  $\hat{A}_i$  de taille  $(nxQ+W-1) \times U$  avec  $1 \leq i \leq n$ , la u-ième colonne de la matrice  $\hat{A}_i$  pour  $1 \leq u \leq U$  étant une convolution de la réponse impulsionale estimée du u-ième canal et des Q échantillons du code d'étalement du u-ième canal correspondant au i-ième symbole du bloc.

10 L'estimation couple corrigée d'au moins un i-ième symbole d'un bloc transmis sur un u-ième canal ( $1 \leq i \leq n$ ,  $1 \leq u \leq U$ ) peut alors être obtenue en soustrayant de la première estimation couple dudit symbole au moins un terme donné par  $\tilde{R}_{i,0}^u \hat{b}_i$ , où  $\tilde{R}_{i,0}^u$  est la u-ième ligne d'une matrice de taille  $U \times U$  dont les composantes diagonales sont nulles et dont les autres composantes sont

15 respectivement issues d'une matrice de corrélation  $\hat{R}_{i,0} = \hat{A}_i^* \hat{A}_i$ , et  $\hat{b}_i$  est un vecteur-colonne de taille U composé de valeurs de décision affectées aux i-ièmes symboles des U blocs, respectivement déterminées à partir d'estimations souples précédemment obtenues pour lesdits i-ièmes symboles.

Le terme  $\tilde{R}_{i,0}^u \hat{b}_i$  représente, en première approximation, une estimation

20 de l'interférence provoquée dans le u-ième canal par la présence des U-1 autres canaux. Cette approximation peut suffire dans des cas où l'interférence inter-symbole (ISI) est faible.

Le vecteur-ligne  $\tilde{R}_{i,0}^u$  est négligé dans les récepteurs traditionnels (qui supposent  $A^*A$  diagonale), de sorte que la MAI est considérée comme incluse

25 dans le bruit additif (vecteur N de la relation (3)). Ceci dégrade les performances du récepteur en termes de rapport signal-sur-bruit.

Le procédé ci-dessus exploite une connaissance qu'on peut avoir sur la structure des contributions de la MAI dans le signal reçu, afin d'éviter ou du moins atténuer cette dégradation.

30 Dans une réalisation avantageuse du procédé, ladite estimation couple corrigée du i-ième symbole du bloc transmis sur le u-ième canal est obtenue en soustrayant en outre de la première estimation couple dudit symbole au moins

- 6 -

un terme de la forme  $\hat{R}_{i,j}^u \hat{b}_{i+j}$ , où  $j$  est un entier non nul, et  $\hat{R}_{i,j}^u$  est la  $u$ -ième ligne d'une matrice de taille  $U \times U$  dont les composantes sont respectivement issues d'une matrice de corrélation  $\hat{R}_{i,j} = \hat{A}_i^* \hat{A}_{i+j}$ . De préférence, chacun des termes de la forme  $\hat{R}_{i,j}^u \hat{b}_{i+j}$  pour  $-m \leq j \leq -1$  et  $1 \leq j \leq m$  est soustrait de la 5 première estimation souple dudit symbole pour obtenir son estimation souple corrigée,  $m$  étant l'entier égal ou immédiatement supérieur au nombre  $(Q+W-1)/Q$ .

On affine ainsi l'estimation de la contribution de la MAI, et on prend en compte de la même façon l'interférence inter-symboles (ISI) dont l'entier  $m$  10 représente le degré.

Typiquement, les estimations souples corrigées seront déterminées séquentiellement pour plusieurs symboles des  $U$  blocs. Pour former lesdites estimations souples précédemment obtenues pour certains des symboles, servant à déterminer les valeurs de décision, on prend alors avantageusement 15 les estimations souples corrigées desdits symboles si elles ont précédemment été déterminées, et les premières estimations souples desdits symboles sinon. On tient ainsi compte de façon récursive des corrections déjà effectuées sur les estimations souples, ce qui permet d'améliorer encore la précision.

Un autre aspect de la présente invention se rapporte à un dispositif de 20 réception d'un signal radio comportant des contributions de plusieurs canaux multiplexés par des codes d'étalement respectifs, comprenant des récepteurs à filtres adaptés affectés chacun à un canal multiplexé respectif pour estimer une réponse impulsionnelle du canal et fournir des premières estimations souples de symboles transmis sur le canal, et des moyens de traitement de ces 25 premières estimations souples pour obtenir une estimation souple corrigée d'au moins un symbole transmis sur un canal de la manière indiquée précédemment.

Un tel dispositif peut notamment être incorporé à une station de base d'un système de radiocommunication CDMA.

30 D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description ci-après d'exemples de réalisation non limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique d'un dispositif de réception selon l'invention ; et

- la figure 2 est un schéma d'un récepteur à filtre adapté du dispositif.

Le dispositif représenté sur la figure 1 fait partie de l'étage de réception d'une station de radiocommunication apte à communiquer avec plusieurs stations distantes 1.

5 Les canaux montants utilisés par ces stations distantes 1 sont multiplexés par la technique CDMA, de sorte que le signal radio capté par l'antenne 2, ramené en bande de base, peut être représenté sous la forme (1)-(2) pour U canaux multiplexés en provenance de V stations ( $1 \leq V \leq U$ ).

10 La station incorporant le dispositif est par exemple une station de base d'un système de radiocommunication cellulaire de troisième génération de type UMTS (« Universal Mobile Telecommunication System »).

15 Sur la figure 1, l'unité 3 représente schématiquement les modules effectuant de façon classique les pré-traitements de réception du signal (amplification, filtrages, conversion en bande de base, échantillonnage à la fréquence des chips). Cette unité 3 délivre des blocs Y de  $n \times Q + W - 1$  échantillons, correspondant à des blocs de n symboles émis simultanément sur les U canaux. Si les blocs de n symboles se succèdent sans interruption sur les canaux, il y a un recouvrement de W échantillons (chips) entre les blocs Y successifs, correspondant à la durée de la réponse impulsionnelle.

20 Les blocs de signal reçu Y sont fournis en parallèle à U récepteurs à filtres adaptés 4<sup>u</sup> fonctionnant avec des codes de canaux respectifs c<sup>u</sup> produits par des générateurs de code pseudo-aléatoire 5<sup>u</sup> ( $1 \leq u \leq U$ ).

La figure 2 illustre la structure bien connue d'un récepteur à filtre adapté 4<sup>u</sup> de type « rake ».

25 Ce récepteur 4<sup>u</sup> comprend une unité de sondage de canal 6 qui évalue la réponse impulsionnelle du u-ième canal en recherchant K trajets de propagation ( $K \geq 1$ ), pour les K « doigts » du récepteur. Chaque trajet k est caractérisé par un retard t<sub>k</sub><sup>u</sup> exprimé en nombre de chips et une réponse complexe r<sub>k</sub><sup>u</sup> ( $1 \leq k \leq K$ ). A titre d'exemple, le signal émis sur chaque canal par une station distante peut comporter des séquences de symboles d'apprentissage connus. En recherchant, sur une fenêtre de longueur W chips, les K corrélations de plus grande amplitude entre le signal reçu Y et ces séquences connues modulées par le code d'étalement c<sup>u</sup> du canal, l'unité 6 obtient les retards t<sub>k</sub><sup>u</sup> (décalages temporels des maxima) et les réponses r<sub>k</sub><sup>u</sup>.

(valeurs des maxima).

Dans chaque doigt  $k$  du récepteur  $4^u$ , le code d'étalement  $c^u$  produit par le générateur  $5^u$  (ou son conjugué si les codes sont complexes) est retardé par une unité 7 qui lui applique le retard de  $t_k^u$  chips. Chaque code ainsi retardé est multiplié par le signal reçu  $Y$  (multiplieur 8) et par le conjugué de la réponse complexe  $r_k^u$  (multiplieur 9). Les  $K$  résultats de ces multiplications sont additionnés par un sommateur 10 pour former le bloc  $Z^u$  de  $n$  estimations souples pour le  $u$ -ième canal. En sortie du récepteur à filtre adapté  $4^u$ , la  $i$ -ième composante du bloc  $Z^u$  est l'estimation souple du symbole  $b_i^u$ . Si les symboles  $b_i^u$  sont des bits signés ( $\pm 1$ ), les estimations souples du bloc  $Z^u$  sont les parties réelles des contributions sommées des  $K$  doigts. Si les symboles  $b_i^u$  sont des paires de bits signés, ce sont des nombres complexes égaux à ces contributions sommées.

15 Comme le montre la figure 1, les estimations souples  $Z^U$  peuvent être transformées en estimations dures  $b^U$  par des modules de décision 12<sup>U</sup> en sortie des récepteurs 4<sup>U</sup>. Lorsque les symboles  $b^U$  sont des bits signés, les modules 12<sup>U</sup> appliquent simplement la fonction signe aux composantes réelles des vecteurs  $Z^U$ . Lorsque ce sont des paires de bits signés, les modules 12<sup>U</sup> appliquent la fonction signe aux parties réelles et aux parties imaginaires des 20 composantes des vecteurs  $Z^U$ .

Si on ordonne l'ensemble des composantes des  $U$  vecteurs  $Z^U$  en regroupant les estimations des symboles de même rang  $i$ , on obtient le vecteur  $Z$  de taille  $n \times U$  précédemment défini, dans lequel l'estimation souple du symbole  $b_i^U$  est la  $((i-1) \times U + u)$ -ième composante. Le vecteur-colonne  $Z$  peut aussi être décomposé en  $n$  vecteurs  $Z_i$  de taille  $U$ , selon  $Z^T = (Z_1^T, Z_2^T, \dots, Z_n^T)$ .  
 25 Un ordonnancement similaire des composantes des  $U$  vecteurs  $\hat{b}^U$  donne le vecteur-colonne d'estimations dures  $\hat{b}$  de taille  $n \times U$ , qu'on peut décomposer en  $\hat{b}^T = (\hat{b}_1^T, \hat{b}_2^T, \dots, \hat{b}_n^T)$ , les vecteurs  $\hat{b}_i$  étant de taille  $U$  pour  $1 \leq i \leq n$  et représentant des estimations respectives des vecteurs  $b_i$ .

30 Le produit matriciel (7) effectué par les récepteurs à filtres adaptés peut encore s'écrire (cf. (3)) :

- 9 -

$$Z = \hat{A}^* \cdot A \cdot b + \hat{A}^* \cdot N \quad (8)$$

Si on suppose que les réponses impulsionales ont été correctement estimées, on peut considérer que les matrices  $A$  et  $\hat{A}$  sont égales, et on voit que la relation entre le vecteur  $b$  des symboles et le vecteur  $Z$  des estimations 5 souples de ces symboles est caractérisée par la matrice  $A^* \cdot A$ , qu'on peut développer en :

$$A^* \cdot A = \begin{pmatrix} R_{1,0} & R_{1,+1} & \cdots & R_{1,+m} & 0 & \cdots & 0 \\ R_{2,-1} & R_{2,0} & & & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & & & \ddots & & 0 \\ R_{m+1,-m} & & & & & R_{n-m,+m} & \\ 0 & \ddots & & \ddots & & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & & R_{n-1,0} & R_{n-1,+1} & \\ 0 & \cdots & 0 & R_{n,-m} & \cdots & R_{n,-1} & R_{n,0} \end{pmatrix} \quad (9)$$

avec, pour  $1 \leq i \leq n$  et  $-m \leq j \leq +m$  :

$$R_{i,j} = R_{i+j,-i}^* = A_i^* \cdot A_{i+j} \quad (10)$$

10 Chaque matrice  $R_{i,j}$  de taille  $U \times U$  contient les corrélations des codes généralisés entre les  $i$ -ièmes symboles et les  $(i+j)$ -ièmes symboles des blocs relatifs aux  $U$  canaux.

Pour  $1 \leq i \leq n$ , l'équation (8) se réduit à :

$$Z_i = \sum_{j=-m}^{+m} R_{i,j} b_{i+j} + N_i \quad (11)$$

15 où  $Z_i$  est un vecteur de taille  $U$  contenant les estimations souples des  $i$ -ièmes symboles des  $U$  blocs et  $N_i$  un vecteur de bruit correspondant.

Dans le cas particulier où tous les canaux sont synchronisés et où l'ISI est négligeable ( $m = 0$ ), une simplification intervient :

$$Z_i = R_{i,0} \cdot b_i + N_i \quad (12)$$

20 Le procédé selon l'invention comporte un post-traitement des estimations souples des vecteurs  $Z_i$ , qui est réalisé dans le module 13 représenté sur la figure 1. L'algorithme utilisé est appelé MFPIIC (« Matched Filter Parallel Interference Cancellation »).

- 10 -

La première étape de cet algorithme consiste à obtenir, pour  $1 \leq i \leq n$  et  $-m \leq j \leq +m$ , les composantes des matrices  $\hat{R}_{i,j} = \hat{A}_i^* \hat{A}_{i+j}$  qui sont les estimations des matrices de corrélation  $R_{i,j}$  basées sur les réponses impulsionales estimées par les unités de sondage 6. Les relations (10) 5 montrent que la quantité de calculs requise peut être réduite grâce aux propriétés de symétrie des matrices  $R_{i,j}$ .

Chaque composante  $\hat{R}_{i,j}^{u,v} = \hat{\Omega}_i^u \cdot \hat{\Omega}_{i+j}^v$  d'une matrice  $\hat{R}_{i,j}$  est le produit scalaire de deux vecteurs  $\hat{\Omega}_i^u$  et  $\hat{\Omega}_{i+j}^v$  correspondant aux colonnes  $u$  et  $v$  des matrices  $\hat{A}_i$  et  $\hat{A}_{i+j}$ . Chaque vecteur  $\hat{\Omega}_i^u$  contient la convolution de la réponse 10 impulsionale estimée du canal  $u$  et des  $Q$  échantillons du code d'étalement de ce canal correspondant au  $i$ -ième symbole du bloc, et est défini comme dans la relation (5), la matrice  $M_i^u$  étant déterminée selon (6) d'après le code  $c^u$  fourni par le générateur  $S^u$ , et le vecteur  $H_i^u$  étant remplacé par un vecteur de réponse estimée  $\hat{H}_i^u$  contenant les réponses complexes  $r_k^u$  estimées par les 15 unités de sondage 6, positionnées selon les retards correspondants  $t_k^u$ .

Selon un mode de réalisation de l'invention, le module 13 exécute séquentiellement l'opération (13) suivante pour  $i$  allant de 1 à  $n$  :

$$X_i = Z_i - \tilde{R}_{i,0} \hat{b}_i - \sum_{j=1}^m (\hat{R}_{i,-j} \hat{b}_{i-j} + \hat{R}_{i,j} \hat{b}_{i+j}) \quad (13)$$

c'est-à-dire pour chaque symbole :

$$20 \quad X_i^u = Z_i^u - \tilde{R}_{i,0}^u \hat{b}_i - \sum_{j=1}^m (\hat{R}_{i,-j}^u \hat{b}_{i-j} + \hat{R}_{i,j}^u \hat{b}_{i+j})$$

où la matrice  $\tilde{R}_{i,0}$  est égale à la matrice de corrélation  $\hat{R}_{i,0}$  dans laquelle les composantes diagonales sont mises à zéro. En général le bloc de  $n$  symboles est précédé et suivi par d'autres symboles, dont les estimations dures sont placées dans les vecteurs  $\hat{b}_{i-j}$  pour  $i-j < 1$  et  $\hat{b}_{i+j}$  pour  $i+j > n$ . Sinon, ces 25 vecteurs peuvent être mis à zéro.

Les vecteurs  $X_i$  ainsi obtenus sont des estimations souples corrigées compte tenu des relations (11). Cette correction exploite les décisions prises

- 11 -

dans les estimations dures  $\hat{b}_i$ , et donc une certaine structure de la MAI et de l'ISI, qui n'est pas la même que celle du bruit gaussien N.

Des estimations dures supplémentaires  $\hat{b}_i$  peuvent à leur tour être déduites des estimations souples  $X_i$ , typiquement en appliquant la fonction 5 signe aux composantes réelles (cas où les symboles sont des bits) ou à chacune des parties réelle et imaginaire des composantes complexes (cas où les symboles sont des paires de bits) :  $\hat{b}_i = \text{signe}[X_i]$ .

En sortie du module de post-traitement 13, les estimations souples des vecteurs  $X_i$  et/ou les estimations dures des vecteurs  $\hat{b}_i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) sont 10 redistribuées selon les U canaux, ce qu'indiquent les vecteurs  $X^u$  et  $\hat{b}^u$  sur la figure 1 ( $1 \leq u \leq U$ ), afin de fournir les estimations utiles aux décodeurs dans les voies de traitement des canaux en aval.

Dans une variante préférée de l'invention, le module 13 exécute séquentiellement les opérations (13) et (14) suivantes pour i allant de 1 à n :

$$15 \quad X_i = Z_i - \tilde{R}_{i,0} \hat{b}_i - \sum_{j=1}^m (\hat{R}_{i,-j} \hat{b}_{i-j} + \hat{R}_{i,j} \hat{b}_{i+j}) \quad (13)$$

$$\hat{b}_i = \text{signe}[X_i] \quad (14)$$

Dans ce cas, les estimations corrigées  $X_i$  qui ont déjà été calculées sont prises en compte récursivement dans la décision prise dans l'opération (14), ce qui améliore encore les estimations.

20 Il est à noter que les opérations (13) et (14) ci-dessus pourraient être exécutées dans un ordre autre que celui des index i croissants. Par exemple, on pourrait les exécuter dans un ordre déterminé selon un critère énergétique. Une possibilité est de corriger d'abord les estimations des symboles les moins énergétiques dans le signal reçu, c'est-à-dire de procéder dans l'ordre des 25 index i pour lequel les termes diagonaux de la matrice de corrélation  $\hat{R}_{i,0}$  sont décroissants.

Dans d'autres variantes de réalisation :

- la fonction appliquée (dans les modules de décision 12<sup>u</sup>) pour déduire des estimations souples  $Z_i$  les estimations  $\hat{b}_i$  utilisées dans la formule 30 (13) est, plutôt que la fonction signe, une fonction généralement croissante entre -1 et +1. Par exemple, une fonction à trois valeurs (-1

- 12 -

pour  $Z_i^u < -T$ , 0 pour  $-T \leq Z_i^u \leq +T$  et +1 pour  $Z_i^u > +T$ ) permet de se dispenser d'apporter des corrections fondées sur des estimations à faible vraisemblance relativement à un seuil  $T$ . La fonction peut aussi croître continûment de -1 à +1. L'avantage de la fonction signe est surtout en termes de complexité puisqu'elle évite les multiplications dans la formule (13) ;

- de même, une fonction croissante entre -1 et +1 peut être généralement utilisée dans l'opération (14) pour obtenir les estimations  $\hat{b}_i$  utilisées dans les itérations suivantes de l'opération (13) ;
- 10 • l'algorithme MFPIC est appliqué à une partie seulement des canaux reçus, ce qui revient à prendre dans l'expression de l'algorithme, une valeur de  $U (> 1)$  qui soit plus petite que le nombre de récepteurs rake. Là aussi, des critères énergétiques peuvent gouverner quels sont les canaux soumis à la correction de la MAI ;
- 15 • l'algorithme MFPIC est appliqué dans une station recevant en mode de diversité à l'aide de  $d$  antennes (ou secteurs d'antenne) distinctes. Il suffit alors de remplacer  $A^* \cdot A$  par  $\sum_{p=1}^d A^*(p) \cdot A(p)$  et  $A^* \cdot Y$  par  $\sum_{p=1}^d A^*(p) \cdot Y(p)$  dans l'expression de l'algorithme, l'indice  $p$  faisant référence aux différentes antennes.
- 20 L'algorithme MFPIC offre une détection multi-utilisateurs ayant de bonnes performances, particulièrement pour les facteurs d'étalement  $Q$  relativement bas. Dès que le taux d'erreur binaire est inférieur à 15 %, il procure un gain significatif en termes de rapport signal-sur-bruit, comparé au récepteur rake simple. Ses limitations ne semblent venir que des incertitudes dans les estimations des réponses impulsionales des canaux.
- 25

RE V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de réception d'un signal radio comportant des contributions de plusieurs canaux multiplexés par des codes d'étalement respectifs, dans lequel on alloue un récepteur à filtre adapté ( $4^1, 4^2, \dots, 4^U$ ) à chaque canal multiplexé pour estimer une réponse impulsionnelle du canal et fournir des premières estimations souples de symboles transmis sur le canal, et dans lequel on traite les premières estimations souples fournies par les récepteurs à filtres adaptés pour obtenir une estimation souple corrigée d'au moins un symbole transmis sur un canal en soustrayant de la première estimation souple dudit symbole au moins un terme égal au produit entre une valeur de décision affectée à un autre symbole transmis sur un autre canal, déterminée à partir d'une estimation souple précédemment obtenue pour ledit autre symbole transmis, et une corrélation entre deux codes généralisés respectivement associés audit symbole et audit autre symbole, le code généralisé associé à un symbole transmis sur un canal étant une convolution entre la réponse impulsionnelle estimée dudit canal et Q échantillons du code d'étalement du canal qui correspondent audit symbole.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les symboles sont transmis sur U canaux multiplexés sous forme de blocs respectifs de n symboles, n et U étant des nombres plus grands que 1, dans lequel, en sortie des récepteurs à filtres adaptés, la première estimation souple du i-ième symbole d'un bloc transmis sur le u-ième canal ( $1 \leq i \leq n, 1 \leq u \leq U$ ) est donnée par la  $((i-1) \times U + u)$ -ième composante d'un vecteur  $Z = \hat{A}^* \cdot Y$ , où Y est un vecteur de taille  $n \times Q + W - 1$  composé d'échantillons complexes d'un signal en bande de base obtenu à partir du signal radio reçu, Q est le nombre d'échantillons par symbole dans les codes d'étalement, W est le nombre d'échantillons dans les estimations des réponses impulsionales, et  $\hat{A}^*$  est la transposée conjuguée d'une matrice  $\hat{A} = (\hat{A}_1, \hat{A}_2, \dots, \hat{A}_n)$  subdivisée en n sous-matrices  $\hat{A}_i$  de taille  $(n \times Q + W - 1) \times U$  avec  $1 \leq i \leq n$ , la u-ième colonne de la matrice  $\hat{A}_i$  pour  $1 \leq u \leq U$  étant une convolution de la réponse impulsionnelle estimée du u-ième canal et des Q échantillons du code d'étalement du u-ième

canal correspondant au  $i$ -ième symbole du bloc, et dans lequel on obtient l'estimation souple corrigée d'au moins un  $i$ -ième symbole d'un bloc transmis sur un  $u$ -ième canal ( $1 \leq i \leq n$ ,  $1 \leq u \leq U$ ) en soustrayant de la première estimation souple dudit symbole au moins un terme donné par  $\tilde{R}_{i,0}^u \hat{b}_i$ , où  $\tilde{R}_{i,0}^u$

5    est la  $u$ -ième ligne d'une matrice de taille  $U \times U$  dont les composantes diagonales sont nulles et dont les autres composantes sont respectivement issues d'une matrice de corrélation  $\hat{R}_{i,0} = \hat{A}_i^* \hat{A}_i$ , et  $\hat{b}_i$  est un vecteur-colonne de taille  $U$  composé de valeurs de décision affectées aux  $i$ -ièmes symboles des  $U$  blocs, respectivement déterminées à partir d'estimations souples

10    précédemment obtenues pour lesdits  $i$ -ièmes symboles.

3.    Procédé selon la revendication 2, dans lequel ladite estimation souple corrigée du  $i$ -ième symbole du bloc transmis sur le  $u$ -ième canal est obtenue en soustrayant en outre de la première estimation souple dudit symbole au moins un terme de la forme  $\hat{R}_{i,j}^u \hat{b}_{i+j}$ , où  $j$  est un entier non nul, et

15     $\hat{R}_{i,j}^u$  est la  $u$ -ième ligne d'une matrice de taille  $U \times U$  dont les composantes sont respectivement issues d'une matrice de corrélation  $\hat{R}_{i,j} = \hat{A}_i^* \hat{A}_{i+j}$ .

4.    Procédé selon la revendication 3, dans lequel ladite estimation souple corrigée du  $i$ -ième symbole du bloc transmis sur le  $u$ -ième canal est obtenue en soustrayant de la première estimation souple dudit symbole chacun

20    des termes de la forme  $\hat{R}_{i,j}^u \hat{b}_{i+j}$  pour  $-m \leq j \leq -1$  et  $1 \leq j \leq m$ , où  $m$  est l'entier égal ou immédiatement supérieur au nombre  $(Q+W-1)/Q$ .

5.    Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on obtient séquentiellement des estimations souples corrigées pour plusieurs symboles des  $U$  blocs, et dans lequel chaque valeur de décision affectée à un symbole transmis sur un canal est déterminée soit à partir de la première estimation souple dudit symbole, si une estimation souple corrigée dudit symbole n'a pas été obtenue, soit à partir de l'estimation souple corrigée dudit symbole.

30    6.    Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les symboles sont des bits, les estimations souples sont des

- 15 -

nombres réels, et les valeurs de décision sont déterminées à partir des estimations souples précédemment obtenues en appliquant auxdites estimations souples une fonction croissante entre -1 et +1.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les symboles sont des paires de bits, les estimations souples sont des nombres complexes, et les valeurs de décision sont déterminées à partir des estimations souples précédemment obtenues en appliquant à chacune des parties réelle et imaginaire desdites estimations souples une fonction croissante entre -1 et +1.
- 10 8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, dans lequel ladite fonction croissante entre -1 et +1 est la fonction signe.
9. Dispositif de réception d'un signal radio comportant des contributions de plusieurs canaux multiplexés par des codes d'étalement respectifs, comprenant des récepteurs à filtres adaptés ( $4^1, 4^2, \dots, 4^U$ ) alloués 15 chacun à un canal multiplexé respectif pour estimer une réponse impulsionale du canal et fournir des premières estimations souples de symboles transmis sur le canal, et des moyens (13) de traitement des premières estimations souples fournies par les récepteurs à filtres adaptés pour obtenir une estimation souple corrigée d'au moins un symbole transmis 20 sur un canal en soustrayant de la première estimation souple dudit symbole au moins un terme égal au produit entre une valeur de décision affectée à un autre symbole transmis sur un autre canal, déterminée à partir d'une estimation souple précédemment obtenue pour ledit autre symbole transmis, et une corrélation entre deux codes généralisés respectivement associés audit 25 symbole et audit autre symbole, le code généralisé associé à un symbole transmis sur un canal étant une convolution entre la réponse impulsionale estimée dudit canal et Q échantillons du code d'étalement du canal qui correspondent audit symbole.
10. Dispositif de réception selon la revendication 9, comprenant au moins U récepteurs à filtres adaptés ( $4^1, 4^2, \dots, 4^U$ ) affectés chacun à un canal multiplexé respectif pour estimer une réponse impulsionale du canal et 30 obtenir des premières estimations souples d'un bloc de n symboles transmis sur le canal, n et U étant des nombres plus grands que 1, dans lequel, en sortie

- 16 -

des  $U$  récepteurs à filtres adaptés, la première estimation souple du  $i$ -ième symbole d'un bloc transmis sur le  $u$ -ième canal ( $1 \leq i \leq n, 1 \leq u \leq U$ ) est donnée par la  $((i-1) \times U + u)$ -ième composante d'un vecteur  $Z = \hat{A}^* \cdot Y$ , où  $Y$  est un vecteur de taille  $n \times Q + W - 1$  composé d'échantillons complexes d'un signal en 5 bande de base obtenu à partir du signal radio reçu,  $Q$  est le nombre d'échantillons par symbole dans les codes d'étalement,  $W$  est le nombre d'échantillons dans les estimations des réponses impulsionales, et  $\hat{A}^*$  est la transposée conjuguée d'une matrice  $\hat{A} = (\hat{A}_1, \hat{A}_2, \dots, \hat{A}_n)$  subdivisée en  $n$  sous-matrices  $\hat{A}_i$  de taille  $(n \times Q + W - 1) \times U$  avec  $1 \leq i \leq n$ , la  $u$ -ième colonne de 10 la matrice  $\hat{A}_i$  pour  $1 \leq u \leq U$  étant une convolution de la réponse impulsionnelle estimée du  $u$ -ième canal et des  $Q$  échantillons du code d'étalement du  $u$ -ième canal correspondant au  $i$ -ième symbole du bloc, et dans lequel les moyens de traitement (13) sont agencés pour obtenir l'estimation souple corrigée d'au moins un  $i$ -ième symbole d'un bloc transmis sur un  $u$ -ième canal ( $1 \leq i \leq n, 1 \leq u \leq U$ ) en soustrayant de la première estimation souple dudit symbole au moins un terme donné par  $\tilde{R}_{i,0}^u \hat{b}_i$ , où  $\tilde{R}_{i,0}^u$  est la  $u$ -ième ligne d'une matrice de 15 taille  $U \times U$  dont les composantes diagonales sont nulles et dont les autres composantes sont respectivement issues d'une matrice de corrélation  $\hat{R}_{i,0}^u = \hat{A}_i^* \hat{A}_i$ , et  $\hat{b}_i$  est un vecteur-colonne de taille  $U$  composé de valeurs de décision affectées aux  $i$ -èmes symboles des  $U$  blocs, respectivement déterminées à partir d'estimations souples précédemment obtenues pour 20 lesdits  $i$ -èmes symboles.

11. Dispositif de réception selon la revendication 10, dans lequel les moyens de traitement (13) sont agencés pour obtenir ladite estimation souple corrigée du  $i$ -ième symbole du bloc transmis sur le  $u$ -ième canal en soustrayant en outre de la première estimation souple dudit symbole au moins un terme de la forme  $\tilde{R}_{i,j}^u \hat{b}_{i+j}$ , où  $j$  est un entier non nul, et  $\tilde{R}_{i,j}^u$  est la  $u$ -ième ligne d'une matrice de taille  $U \times U$  dont les composantes sont respectivement issues d'une matrice de corrélation  $\hat{R}_{i,j}^u = \hat{A}_i^* \hat{A}_{i+j}$ .

30 12. Dispositif de réception selon la revendication 11, dans lequel les moyens de traitement (13) sont agencés pour obtenir ladite estimation souple

- 17 -

corrigée du  $i$ -ième symbole du bloc transmis sur le  $u$ -ième canal en soustrayant de la première estimation souple dudit symbole chacun des termes de la forme  $\hat{R}_{i,j}^u b_{i+j}$  pour  $-m \leq j \leq -1$  et  $1 \leq j \leq m$ , où  $m$  est l'entier égal ou immédiatement supérieur au nombre  $(Q+W-1)/Q$ .

5    13.    Dispositif de réception selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, dans lequel les moyens de traitement (13) sont agencés pour obtenir séquentiellement des estimations souples corrigées pour plusieurs symboles des  $U$  blocs, et dans lequel chaque valeur de décision affectée à un symbole transmis sur un canal est déterminée soit à partir de la première estimation souple dudit symbole, si une estimation souple corrigée dudit symbole n'a pas été obtenue, soit à partir de l'estimation souple corrigée dudit symbole.

10    14.    Dispositif de réception selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, dans lequel les symboles sont des bits, les estimations souples sont des nombres réels, et les valeurs de décision sont déterminées à partir des estimations souples précédemment obtenues en appliquant auxdites estimations souples une fonction croissante entre  $-1$  et  $+1$ .

15    15.    Dispositif de réception selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, dans lequel les symboles sont des paires de bits, les estimations souples sont des nombres complexes, et les valeurs de décision sont déterminées à partir des estimations souples précédemment obtenues en appliquant à chacune des parties réelle et imaginaire desdites estimations souples une fonction croissante entre  $-1$  et  $+1$ .

20    16.    Dispositif de réception selon la revendication 14 ou 15, dans lequel ladite fonction croissante entre  $-1$  et  $+1$  est la fonction signe.

1/2

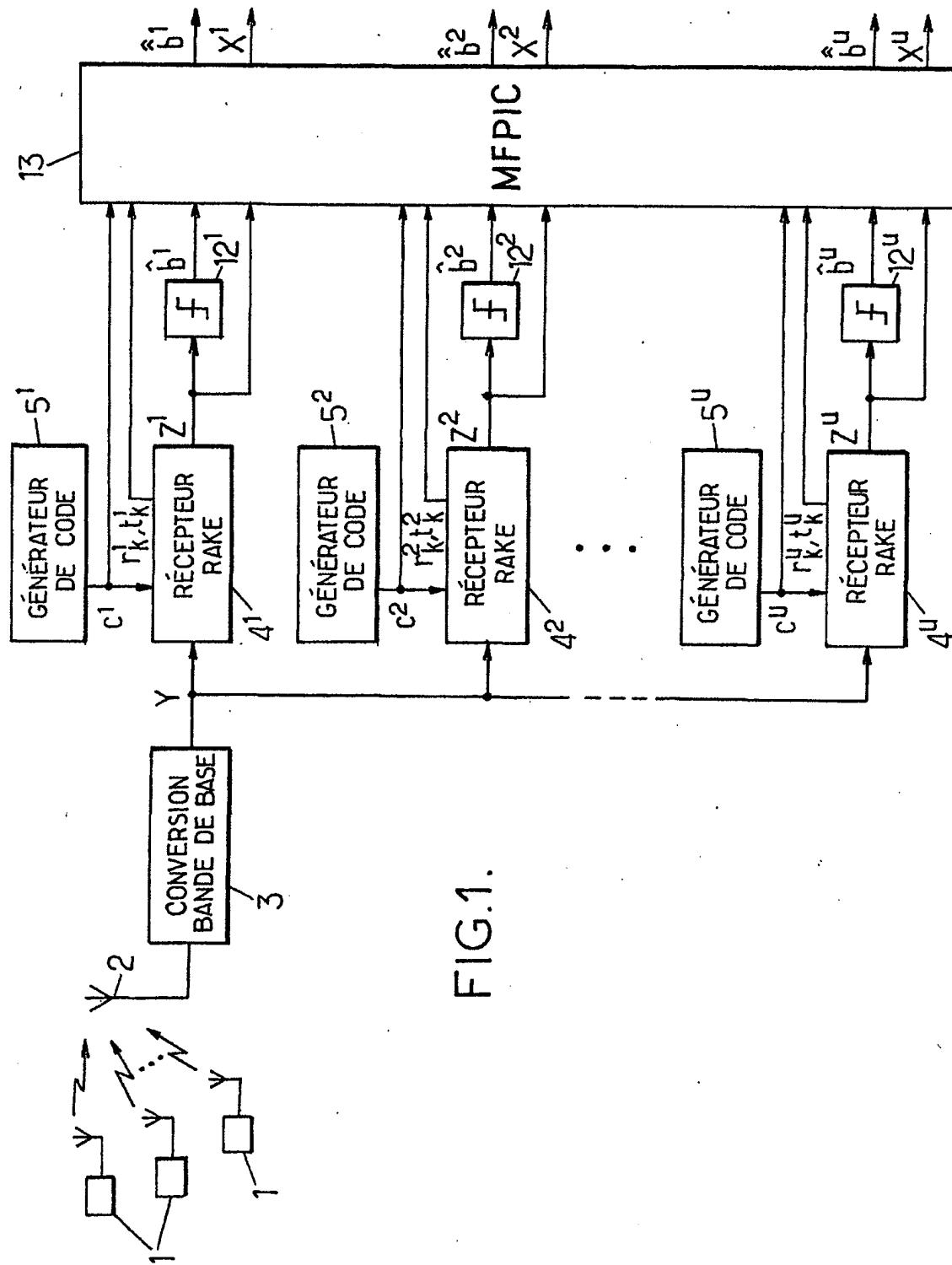


FIG.1.

2/2

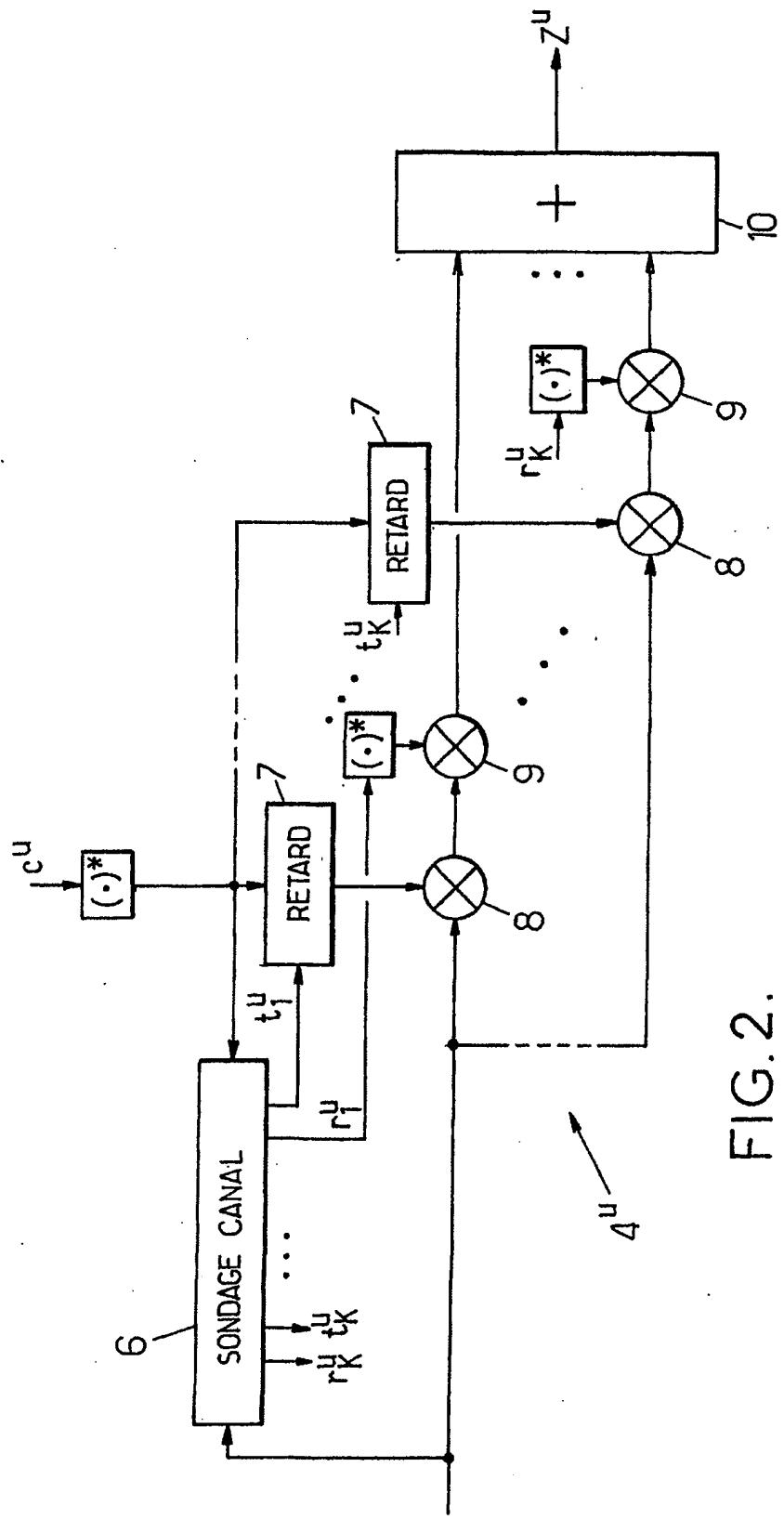


FIG. 2.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/FR 01/01934

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H04B1/707

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 964 530 A (SIEMENS AG) 15 December 1999 (1999-12-15) abstract paragraph '0009! paragraph '0011! paragraph '0012! paragraph '0023! paragraph '0026! claims 1,2	1-16
A	EP 0 986 204 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 15 March 2000 (2000-03-15) paragraph '0003! - paragraph '0006! paragraph '0026!	1-16 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "R" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

22 August 2001

30/08/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 91 651 opn nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Reilly, D

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 01/01934

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>HUI A L C ET AL: "SUCCESSIVE INTERFERENCE CANCELLATION FOR MULTIUSER ASYNCHRONOUS DS/CDMA DETECTORS IN MULTIPATH FADING LINKS"</p> <p>IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 46, no. 3, 1 March 1998 (1998-03-01), pages 384-391, XP000754268 ISSN: 0090-6778 page 384, column 2, paragraph 2 page 385, column 2, paragraph 2 page 386, column 1 figure 1</p>	1-16

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International Application No  
PCT/FR 01/01934

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0964530	A	15-12-1999	CN	1238611 A	15-12-1999
EP 0986204	A	15-03-2000	JP	11252045 A	17-09-1999
			AU	2639699 A	15-09-1999
			CN	1263660 T	16-08-2000
			WO	9944319 A	02-09-1999

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Recherche internationale No  
PCT/FR 01/01934

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 H04B1/707

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H04B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 964 530 A (SIEMENS AG) 15 décembre 1999 (1999-12-15) abrégé alinéa '0009! alinéa '0011! alinéa '0012! alinéa '0023! alinéa '0026! revendications 1,2	1-16
A	EP 0 986 204 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 15 mars 2000 (2000-03-15) alinéa '0003! - alinéa '0006! alinéa '0026!	1-16 -/-

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant lever un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinente, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*g\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22 août 2001

30/08/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Paleislaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, TX. 31 651 epo nt,  
Fax. (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Reilly, D

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Do. .... de Internationale No  
PCT/FR 01/01934

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>HUI A L C ET AL: "SUCCESSIVE INTERFERENCE CANCELLATION FOR MULTIUSER ASYNCHRONOUS DS/CDMA DETECTORS IN MULTIPATH FADING LINKS"</p> <p>IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 46, no. 3, 1 mars 1998 (1998-03-01), pages 384-391, XP000754268 ISSN: 0090-6778</p> <p>page 384, colonne 2, alinéa 2</p> <p>page 385, colonne 2, alinéa 2</p> <p>page 386, colonne 1</p> <p>figure 1</p>	1-16

Formulaire PCT/ISA/210 (suite de la deuxième feuille) (juillet 1992)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Do. .... de Internationale No  
PCT/FR 01/01934

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0964530 A	15-12-1999	CN	1238611 A	15-12-1999
EP 0986204 A	15-03-2000	JP	11252045 A	17-09-1999
		AU	2639699 A	15-09-1999
		CN	1263660 T	16-08-2000
		WO	9944319 A	02-09-1999



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

VERSION CORRIGÉE

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
27 décembre 2001 (27.12.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 01/099301 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: H04B 1/707

(72) Inventeurs; et

(21) Numéro de la demande internationale :

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : EL NAHAS  
EL HOMSI, Hassan [FR/FR]; 83, avenue Desnouettes,  
F-75015 Paris (FR). JARD, Alexandre [FR/FR]; 11, rue  
Jean Daudin, F-75015 Paris (FR). ABDI, Moussa [FR/FR];  
87, avenue Michel Bizot, F-75012 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international : 20 juin 2001 (20.06.2001)

(25) Langue de dépôt :

français

(74) Mandataires : LOISEL, Bertrand etc.; Cabinet Plasseraud, 84, rue d'Amsterdam, F-75440 Paris Cedex 09 (FR).

(26) Langue de publication :

français

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(30) Données relatives à la priorité :

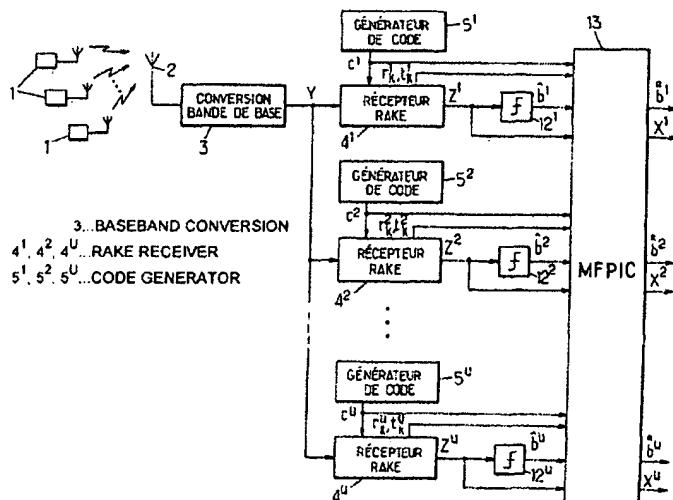
00/08008 22 juin 2000 (22.06.2000) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : NOR-TEL NETWORKS LIMITED [CA/CA]; 2351 Boulevard Alfred Nobel, St Laurent, Quebec H4S 2A9 (CA).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR RADIO SIGNAL RECEPTION

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF D'ANNULATION DE L'INTERFÉRENCE DANS UN RECEPTEUR



(57) Abstract: The received radio signal comprises contributions from channels multiplexed by spread codes. A receiver with adapted filter (4<sup>1</sup>, 4<sup>2</sup>, ..., 4<sup>U</sup>) is assigned to each multiplexed channel to estimate the channel pulse response and determine first flexible estimations of a block of bits transmitted on the channel. In output of the receivers with adapted filters, the first flexible estimations are re-processed so as to take into account the inter-symbol interference and the interference caused by the other channels. The contributions of said interfering channels are evaluated on the basis of decisions taken on the values of the symbols and autocorrelation and intercorrelation values of convoluted spread codes with the estimated pulse responses of the channels.

[Suite sur la page suivante]

WO 01/099301 A1





(84) **États désignés (régional)** : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— *avec rapport de recherche internationale*

(48) **Date de publication de la présente version corrigée:**

9 janvier 2003

(15) **Renseignements relatifs à la correction:**  
voir la Gazette du PCT n° 02/2003 du 9 janvier 2003, Section II

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

---

(57) **Abrégé :** Le signal radio reçu comporte des contributions de canaux multiplexés par des codes d'étalement. Un récepteur à filtre adapté ( $4^1$ ,  $4^2$ , ...  $4^U$ ) est affecté à chaque canal multiplexé pour estimer une réponse impulsionale du canal et déterminer des premières estimations souples d'un bloc de bits transmis sur le canal. En sortie des récepteurs à filtres adaptés, les premières estimations souples sont retraitées afin de tenir compte de l'interférence inter-symboles ainsi que de l'interférence provoquée par les autres canaux. Les contributions de ces interféreurs sont évaluées sur la base de décisions prises sur les valeurs des symboles et de valeurs d'auto- et d'inter-corrélation des codes d'étalement convolus avec les réponses impulsionales estimées des canaux.